

XIANDAI CHUANGSHANG FULIAO LILUN YU SHIJIAN

现代创伤敷料 理论与实践

付小兵 吴志谷 主编



化学工业出版社

XIANDAI CHUANGSHANG FULIAO LILUN YU SHIJIAN

现代创伤敷料 理论与实践

付小兵 吴志谷 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是我国第一部以“现代创伤敷料和修复材料研究与应用”为主题的专著。它既是一本来自于一线的科研人员和临床工作者多年经验的总结,也是一部目前国内外有关创伤敷料研制与应用最新成果的集成。

本书全面介绍了创伤敷料的发展、研制、临床应用及对敷料性能和应用效果的评价方法等。内容包括中国的组织修复与再生研究进展,创伤敷料与创伤修复的关系;创伤敷料的基本类型;创伤修复的高端产品——组织工程类敷料的研究动态和发展趋势;市售主要敷料的性能与特点;创伤修复材料的保存方法;创伤敷料的临床应用;创伤敷料与感染的相互关系;用于创伤修复敷料与新药评价的动物模型;创伤敷料及创伤愈合的评价指标与评价方法等。

本书具有较高的学术价值,较强的可读性、实用性和较强的针对性。本书既可作为从事创伤、烧伤、皮肤病、生物材料等研究的科技人员和临床医护人员的参考书,也可供有关的企业事业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代创伤敷料:理论与实践/付小兵,吴志谷主编.
北京:化学工业出版社,2007.4
ISBN 978-7-122-00210-5

I. 现… II. ①付…②吴… III. 创伤-敷料-研究
IV. R64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 045567 号

责任编辑:靳纯桥 叶 露
责任校对:周梦华

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张46¼ 字数1158千字 2007年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:98.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员

顾 问 盛志勇 程天民 王正国 卢世璧

主 编 付小兵 吴志谷

副 主 编 姜笃银 贾晓明 黎君友

编写人员	付小兵	吴志谷	姜笃银	贾晓明
	黎君友	吕 艺	陈 伟	于 勇
	陶 克	尹少杰	程 飏	蔡景龙
	唐兰玲	聂兰军	陈圣清	孙同柱

前 言

创伤不仅是现代社会的一种常见病与多发病,而且随着社会的进步与工农业生产的不断发展以及局部战争的发生,各种创伤的发生率有逐渐增多的趋势。尽管治疗创伤有许多方法,但应用敷料是最基本而且也是最重要的手段之一。既往人们已经研究和开发了许多应用于创伤早期救治和后期康复治疗的敷料,并且发达国家已有多种通用的或专用的产品进入临床应用,取得了显著的治疗效果,给人类创伤治疗带来了福音。我国近40年来也进行了大量深入的研究和临床试用,从一个方面推动了创伤治疗的进步。然而至今还没有一本比较系统介绍创伤敷料从研制、评价到临床应用的专著问世。

现代科学技术的高速发展带动了创伤敷料的基础研究和临床应用。从设计理念来讲,敷料的功能不仅仅是覆盖与包扎创面,起到止血与防止创面再污染的作用,而且还应具有主动促进创面愈合与修复的功能。此外,应用敷料的方便性、舒适性以及感官上的完美性也是人们追求的目标。因此,在各种新型现代敷料不断涌现的今天,如何为广大医务工作者以及从事敷料研制和生产的专业人员提供一部比较全面介绍敷料发展、研制、生产以及应用的专著是本书编著的目标。为此,在参考大量国内外研究以及相关专著,特别是《Principles of Tissue Engineering》,并结合作者自己的工作编著而成本书。本书从敷料的概念、分类、研制、评价以及应用着手,为广大读者提供了一部比较完整的有关创伤敷料的学术专著。

本书第1章由付小兵和程飏编写;第2章由吴志谷、黎君友、付小兵等编写;第3章由吴志谷、付小兵、尹少杰、陶克等编写;第4章由姜笃银、陈伟、唐兰玲、聂兰军、蔡景龙等编写;第5章由吴志谷、吕艺、姜笃银、尹少杰等编写;第6章由吴志谷、付小兵编写;第7章由吴志谷、孙同柱、尹少杰、黎君友等编写;第8章由贾晓明、吴志谷、付小兵编写;第9章由于勇、吴志谷、付小兵编写;第10章由吴志谷、付小兵、孙同柱等编写。

由于应用于创伤的修复材料发展十分迅速,品种繁多,使用范围又十分广泛,因此本书不可能涉及创伤敷料的所有领域,而仅仅是针对体表创伤、烧伤以及慢性溃疡等常见伤情所涉及的创伤敷料予以介绍,挂一而漏万。希望本书能对从事创伤修复材料研究的科研人员和临床医务工作者有所帮助,同时也希望能通过此书抛砖引玉,使将来有更多和更好的专著出版。

在本书的编写与修改过程中,得到了本书顾问盛志勇院士、程天民院士、王正国院士以及卢世璧院士的大力指导,在此表示衷心的感谢。尹少杰主任医师在初稿的审校过程中付出了极大的辛劳,向他表示诚挚的感谢。对打字付出劳动的杨世红、张荣杰和王芳琴三位同志也致以谢意。

付小兵 吴志谷
2007年3月于北京

目 录

第 1 章 我国组织修复与再生研究主要领域的进展	1
1.1 基因工程药物与创伤修复	1
1.1.1 我国的研究概况	1
1.1.2 应用前景与展望	3
1.2 组织工程技术与创伤修复	4
1.2.1 我国组织工程基础研究的主要进展	4
1.2.2 我国组织工程化材料的初步应用	5
1.2.3 我国组织工程实验研究需要解决的几个重要问题	6
1.3 干细胞基础研究与创伤修复和再生	7
1.3.1 我国干细胞基础研究领域的主要进展	8
1.3.2 干细胞治疗性应用研究领域的主要进展	9
1.3.3 应用前景与展望	10
1.4 严重创伤后的内脏损伤修复与再生	11
1.5 一些物理技术在促进创伤修复与组织再生中的应用	13
1.5.1 激光、电磁、超声波、高压氧等技术在组织修复中的应用	13
1.5.2 封闭负压引流技术与创面修复	13
1.6 传统医药与创伤修复和组织再生	14
1.7 生物材料与创伤修复	14
1.7.1 敷料和创面覆盖物与创伤修复	14
1.7.2 高分子生物医用复合材料与创伤修复	15
1.7.3 纳米技术和纳米材料与创伤修复	15
1.8 基因治疗与创伤修复和组织再生	16
1.8.1 进一步明确基因疗法应用于创面修复的目的性	16
1.8.2 客观评价创面愈合基因治疗已取得的阶段性成果	17
1.8.3 密切关注创面愈合基因治疗尚待解决的主要问题	18
1.9 其他与创伤修复和组织再生相关的基础研究	19
1.9.1 创伤修复中复杂的网络调控机制研究	19
1.9.2 促进组织由解剖修复到功能性修复的基础研究	19
1.9.3 脂肪组织和脂肪干细胞移植对提高修复质量的研究	19
1.9.4 性激素对皮肤生理及愈合方面的研究	20
1.10 结束语	21
1.10.1 国内有关组织修复与再生重要研究基地的建立	21
1.10.2 国际国内学术交流扩大了我国该领域在国际上的影响	21
1.10.3 多学科交叉和融合促进了基础研究和临床治疗的进展	22
1.10.4 政府以及相关部门的高度重视是该学科迅速发展的保证	22
1.10.5 一批重要专著的出版和多项重要成果的获取体现了我国在该领域的研究水平	22
1.10.6 我国组织修复与再生研究创新团队已经形成	22
参考文献	23

第2章 创伤敷料与创伤修复	25
2.1 创伤敷料发展概况	25
2.1.1 历史回顾	25
2.1.2 现代发展	27
2.2 创伤修复与创伤敷料基本概念	30
2.2.1 创伤修复基本概念	30
2.2.2 创伤敷料基本概念	31
2.2.3 创伤修复材料	39
2.2.4 人工皮肤或代用品	41
2.2.5 种子细胞	42
2.2.6 细胞外基质	42
2.2.7 生物组织工程类	42
2.3 创伤敷料的分类	44
2.3.1 引言	44
2.3.2 按来源分类	44
2.3.3 按材料性质分类	45
2.3.4 按材料应用部位分类	45
2.3.5 按使用要求分类	45
2.3.6 按性能分类	45
2.4 胶原蛋白与创伤愈合	46
2.4.1 引言	46
2.4.2 愈合期	47
2.4.3 肉芽组织形成	51
2.4.4 胶原-基质的形成和改建	52
2.4.5 胶原蛋白与创伤修复	61
2.5 创伤修复材料基本功能与设计原则	62
2.5.1 引言	62
2.5.2 创伤修复材料的基本功能	62
2.5.3 创面环境的控制	62
2.5.4 修复材料的基本类型	64
2.5.5 修复材料的使用范围	64
2.5.6 敷料设计的基本原则	64
2.5.7 生物敷料及生物复合人工皮	66
2.6 国外几种创伤修复材料的研制方法	70
2.6.1 胶原-GAG膜制作方法	70
2.6.2 胶原真皮人工皮	70
2.6.3 牛胶原膜的制作	71
2.6.4 胶原海绵的制作	71
2.6.5 牛皮胶原海绵的制作	72
2.6.6 双层人工皮的制作	72
2.6.7 Biobrane生物合成皮	73
2.6.8 甲壳质及牛皮胶原创伤修复材料	74

2.6.9 体外培养皮肤移植物	78
2.7 国内几种创伤修复材料研制情况	79
2.7.1 2号人工皮	79
2.7.2 “204”复合型人造皮	80
2.7.3 猪皮胶原及人工皮	82
2.7.4 猪真皮胶原膜	84
2.7.5 冻干戊二醛皮的研制及应用	86
2.7.6 多肽人工皮(3号人工皮)	87
2.7.7 海藻酸钠烧伤敷料	88
2.7.8 41型人工皮	88
2.7.9 T41型人工皮	89
2.7.10 聚氨酯新型皮肤覆盖材料	91
2.7.11 新型复合烧伤敷料	91
参考文献	91
第3章 创伤敷料的基本类型(I)	96
3.1 传统类敷料	96
3.1.1 传统敷料	96
3.1.2 传统敷料的临床应用	98
3.2 植物类敷料	99
3.2.1 棉质敷料	100
3.2.2 芦荟叶	100
3.2.3 海藻	100
3.2.4 树脂	100
3.2.5 香蕉叶	100
3.2.6 马铃薯皮	101
3.2.7 红薯纤维制品	101
3.2.8 树皮提取物	102
3.3 金属类敷料	102
3.3.1 金箔	103
3.3.2 银箔	103
3.3.3 铝箔	103
3.3.4 含银敷料	103
3.3.5 硝酸铈	108
3.3.6 磺胺嘧啶锌	109
3.3.7 银锌霜	109
3.4 薄膜类敷料	109
3.4.1 聚氨酯薄膜	110
3.4.2 硅酮薄膜	111
3.4.3 塑料薄膜	111
3.4.4 丝绸薄膜	111
3.4.5 抗菌薄膜敷料	111
3.4.6 人角朊细胞+猪真皮	112

3.4.7	薄膜敷料	112
3.4.8	不透性膜	112
3.4.9	脂类人工膜	112
3.4.10	辛烷基氰基丙烯酸酯	113
3.4.11	吸收性创伤敷料	113
3.5	水胶体类敷料	113
3.5.1	水胶体颗粒绷带	114
3.5.2	水胶体衍生敷料	114
3.5.3	Xeroform 或 Jelonet 敷料	114
3.5.4	水胶体封闭敷料	115
3.5.5	水胶聚合物编织聚酯网	115
3.6	水凝胶类敷料	115
3.6.1	硅酮凝胶	115
3.6.2	胶原凝胶	117
3.6.3	芦荟凝胶	117
3.6.4	壳聚糖凝胶	117
3.6.5	血小板凝胶	118
3.6.6	含酶凝胶	118
3.6.7	Ebrimycin 凝胶	118
3.6.8	凝胶敷料	118
3.6.9	泡沫凝胶膜片和凝胶膜片	119
3.7	海绵类敷料	119
3.7.1	海绵敷料	119
3.7.2	泡沫类敷料	122
3.8	喷雾类敷料	125
3.8.1	盐酸甲磺米隆水溶液喷雾剂	126
3.8.2	凝血酶喷雾剂	126
3.8.3	细胞喷雾剂	126
3.8.4	其他喷雾剂	127
3.9	药用类敷料	127
3.9.1	含银敷料	127
3.9.2	软膏类敷料	128
3.9.3	含碘敷料	128
3.9.4	含杆菌肽的胶原敷料	128
3.9.5	天然杀菌剂	129
3.9.6	局部药物性绷带	129
3.9.7	异丙酚敷料	129
3.9.8	局部类固醇	129
3.10	甲壳质及其衍生物类敷料	130
3.10.1	引言	130
3.10.2	甲壳质及衍生物分子结构	132
3.10.3	甲壳质性能	132

3.10.4	甲壳质的提取与制备	133
3.10.5	骨修复材料	135
3.10.6	烧伤创面	138
3.10.7	药物缓释载体	140
3.10.8	手术缝合线	141
3.10.9	抗凝血生物材料	141
3.10.10	其他方面的应用	141
3.10.11	壳聚糖生物物理性能	141
3.11	硅酮类敷料与烧伤康复	144
3.11.1	引言	144
3.11.2	硅酮材料在瘢痕治疗中的应用	145
3.11.3	组合方式	147
3.11.4	结语	148
3.12	胶原类皮肤替代品	148
3.12.1	引言	148
3.12.2	胶原特性	149
3.12.3	胶原敷料的要求及优点	150
3.12.4	胶原提取及胶原敷料的制备	150
3.12.5	胶原敷料的分类	153
3.12.6	皮肤替代品	153
3.13	胶原类其他替代品	160
3.13.1	缝合线	161
3.13.2	胶原罩	161
3.13.3	心瓣膜替代品	162
3.13.4	血管移植术	162
3.13.5	食管替代品	163
3.13.6	气管替代品	163
3.13.7	骨骼替代品	164
3.13.8	临床应用	164
3.13.9	性能评价	166
3.14	胶原类药物递释物	166
3.14.1	胶原膜	167
3.14.2	可钙化基质系统的胶原膜	167
3.14.3	胶原防护物	168
3.14.4	胶原海绵	169
3.14.5	凝胶、水凝胶、脂质体性胶原	169
3.14.6	丸剂或片剂	170
3.14.7	纳米颗粒或纳米球	170
3.14.8	其他	171
参考文献		171
第4章 创伤敷料的基本类型(Ⅱ)		179
4.1	同种异体皮肤类创面覆盖物	179

4.1.1	皮肤应用解剖生理学	179
4.1.2	同种异体皮源及其制备方法	179
4.1.3	异体皮肤的移植方法	182
4.1.4	异体植皮的临床应用及其随访	185
4.1.5	异体植皮的血运重建与免疫排斥	187
4.1.6	异体皮肤移植立法和存在的问题	189
4.1.7	结语	190
4.2	猪和其他动物源性创面覆盖物	190
4.2.1	动物类创面覆盖物的生物学特性	190
4.2.2	猪源性创面覆盖物的种类	191
4.2.3	其他动物源性创面覆盖物	195
4.2.4	动物类敷料的临床应用	198
4.2.5	动物源性创面覆盖物的血运重建模式	200
4.2.6	异种皮肤移植的免疫排斥和防治策略	201
4.2.7	动物源性创面覆盖物应用的生物安全性	204
4.3	表皮类敷料	205
4.3.1	表皮细胞培养的研究历史	205
4.3.2	培养皮肤的基本概念	206
4.3.3	表皮细胞培养的基本方法	207
4.3.4	表皮细胞培养的类型	213
4.3.5	表皮细胞的基因转染和应用	217
4.3.6	表皮黑素细胞培养及其临床应用	220
4.3.7	表皮细胞培养物的移植应用	223
4.3.8	表皮细胞培养技术的发展	232
4.4	真皮类创面覆盖物	233
4.4.1	真皮替代物的定义和种类	234
4.4.2	脱细胞真皮基质的研制	240
4.4.3	ADM 血管化与复合移植方法	242
4.4.4	ADM 的临床应用	243
4.4.5	ADM 抗原性及其炎症-免疫反应	246
4.4.6	ADM 降解与炎症免疫反应	247
4.4.7	ADM 的作用机制	250
4.5	生长因子类创伤修复材料	251
4.5.1	细胞生长因子敷料与临床应用	251
4.5.2	表皮细胞生长因子	252
4.5.3	成纤维细胞生长因子	254
4.5.4	血小板衍生生长因子	258
4.5.5	转化生长因子 β	264
4.5.6	胰岛素样生长因子	267
4.6	基因类创伤修复材料	270
4.6.1	生长因子基因表达改变与创面愈合	270
4.6.2	基因治疗在创面修复中的应用	272

4.6.3	基因治疗技术	273
4.6.4	新型敷料的展望	275
参考文献		276
第5章	组织工程类敷料	283
5.1	皮肤组织工程的基础生物学	283
5.1.1	引言	283
5.1.2	炎症	283
5.1.3	上皮化形成	284
5.1.4	肉芽组织	286
5.1.5	创面收缩和细胞外基质重组	293
5.1.6	减少瘢痕的治疗设计	294
5.2	皮肤结构与功能	294
5.2.1	引言	294
5.2.2	皮肤结构与功能	295
5.2.3	工程化皮肤组织	298
5.3	真皮同质物的研制及其意义	301
5.3.1	引言	301
5.3.2	产业化细胞库的组建和细胞检测	301
5.3.3	真皮替代物的制作	302
5.3.4	创面愈合的临床结果	307
5.4	复合培养皮肤替代物	308
5.4.1	复合培养皮肤的必要性	308
5.4.2	复合培养皮肤的种类和制作方法	308
5.4.3	复合培养皮肤的移植方法	312
5.4.4	复合培养皮肤移植物的评价	314
5.4.5	复合培养皮肤的血管生长方式及其诱导尝试	316
5.4.6	复合培养皮肤设计和移植注意事项	317
5.4.7	复合培养皮肤覆盖物与创伤敷料	320
5.4.8	复合培养皮肤的存在问题和发展方向	321
5.4.9	小结	322
5.5	培养皮肤替代品的组织工程学	322
5.5.1	引言	322
5.5.2	设计皮肤替代品的科学基础与临床	323
5.5.3	烧伤创面的特殊性	324
5.5.4	皮肤细胞培养的发展	324
5.5.5	传统“小皮片移植”皮肤替代品	325
5.5.6	细胞悬液	326
5.5.7	细胞膜递释系统	328
5.5.8	培养细胞的异体合成生物载体	329
5.5.9	细胞培养及生物载体	329
5.5.10	展望	330
5.6	组织工程化人活性皮肤替代品	331

5.6.1	引言	331
5.6.2	生物工程皮肤替代品的概述	331
5.6.3	组织工程皮肤产品的特性及其临床应用	332
5.6.4	结论	334
5.7	烧伤生物工程化皮肤替代品	334
5.7.1	引言	334
5.7.2	暂时性皮肤替代品	335
5.7.3	培养表皮细胞的进展	336
5.7.4	角朊细胞移植材料的应用	337
5.7.5	真皮替代物的研制	337
5.7.6	表皮-真皮复合培养移植物的发展	338
5.7.7	培养移植皮的感染问题	340
5.7.8	培养细胞对促进创面愈合的遗传修饰	340
5.7.9	Integra	340
5.7.10	胶原海绵、基质-真皮替代品	341
5.7.11	异体真皮	341
5.7.12	微型植皮技术对封闭创面的应用	342
5.7.13	黑素细胞的替代品	343
5.7.14	结语	343
5.8	烧伤及其他创伤生物工程化皮肤替代品	343
5.8.1	引言	343
5.8.2	培养表皮移植物	345
5.8.3	真皮替代品	346
5.8.4	真皮和人工表皮替代物	348
5.8.5	双层活皮肤构建物	350
5.8.6	结语	352
5.9	生物工程化皮肤的生产、安全及质量控制	353
5.9.1	引言	353
5.9.2	研制过程	353
5.9.3	安全性	355
5.9.4	质量控制	355
5.10	可生物降解聚合物与组织工程	358
5.10.1	引言	358
5.10.2	可生物降解聚合物的选择标准	358
5.10.3	生物衍生物可吸收聚合物	359
5.10.4	实验性生物衍生的生物可吸收物	361
5.10.5	开发组织工程产品的材料	366
5.10.6	结语	367
5.11	工程化细胞和组织移植的方法	367
5.11.1	引言	367
5.11.2	开发可用替代品的策略	368
5.11.3	移植物的作用方式——重要设计的依据	369

5.11.4	宿主的作用	370
5.11.5	细胞资源	371
5.11.6	非自体细胞的免疫学	373
5.11.7	安全问题	374
5.11.8	结语	374
5.12	神经再生与修复	374
5.12.1	神经再生和神经组织工程	374
5.12.2	神经再生概述	375
5.12.3	引导管的实验室应用	377
5.12.4	以生物材料为基础的神经修复策略	378
5.12.5	神经修复的组织工程学策略	381
5.12.6	神经再连接的特异性	382
5.12.7	结语	383
	参考文献	383
第6章	目前主要的市售敷料	396
6.1	国外市售创伤敷料	396
6.1.1	优格公司 (Urgo, 法国)	396
6.1.2	保曼 (HarTmann, 德国)	400
6.1.3	施乐辉公司 (Smith+Nephew, 英国)	407
6.1.4	施贵宝公司-ConvaTec A Bristol-Myers Squibb Company (美国)	413
6.1.5	3M 公司	414
6.1.6	LifeCell 公司 (美国)	415
6.1.7	BioFill (巴西)	418
6.2	国内部分市售敷料	418
6.2.1	顾氏-918 人造皮肤	419
6.2.2	凡克素或毕伽	419
6.2.3	甲壳质系列衍生物	420
6.2.4	不粘性伤口敷料	420
6.2.5	海肤康	421
6.2.6	贴可舒医用敷料	421
6.2.7	脱脂纱布	423
6.2.8	爱邦系列弹力绷带	423
6.2.9	胜康医用胶	423
6.2.10	脱脂纱布、脱脂棉、无纺布	424
6.2.11	康惠尔敷料	424
6.2.12	安可胶 (纤维蛋白封闭剂)	425
6.2.13	医院外科和手术室产品	426
6.2.14	速愈乐 TM 敷料	426
	参考文献	427
第7章	创伤修复材料的保存	429
7.1	组织保存的基础概念	429
7.1.1	引言	429

7.1.2	低温生物学	429
7.1.3	低温医学	429
7.1.4	低温生物医学技术	430
7.1.5	低温保存	430
7.1.6	低温保护剂	430
7.1.7	冷冻(却)速率	430
7.1.8	过冷及过冷度	431
7.1.9	复温	431
7.1.10	再结晶	431
7.1.11	冷冻损伤的机制	431
7.1.12	危险温度区	432
7.1.13	玻璃化	432
7.1.14	反玻璃化或反玻璃转变	432
7.1.15	低温显微镜	432
7.1.16	热科学	432
7.1.17	问题与研究	433
7.2	活细胞冻结的机制及其相关问题	434
7.2.1	生物活动停止期	435
7.2.2	冻结过程中细胞内水的归宿	435
7.2.3	细胞冰核温度的细胞生物学含义和预测细胞内冻结产生的能力	439
7.2.4	细胞内冻结对细胞活存的影响	440
7.2.5	细胞内冰晶的再结晶	440
7.2.6	慢速冻结细胞外液的变化	441
7.2.7	冻结过程中细胞外溶质的浓度	441
7.2.8	慢速冷冻对细胞活存的影响	442
7.2.9	冷却速率、添加剂浓度及复温速率对细胞活力的影响	445
7.2.10	细胞解冻并置于生理溶液中的渗透性损伤	446
7.2.11	冻结损伤的结局	447
7.2.12	冻结与细胞膜	447
7.2.13	冻结细胞在生物学、医学及其他方面的意义	447
7.3	组织保存液与低温保护剂	448
7.3.1	引言	448
7.3.2	常温保存液	448
7.3.3	0℃以上的保存液	449
7.3.4	低温保护剂	449
7.3.5	玻璃化抗冻剂	450
7.4	无活性材料的保存与冷冻干燥	452
7.4.1	一般保存法	452
7.4.2	甘油保存法	452
7.4.3	冷冻干燥保存法	453
7.4.4	胶原型创伤修复材料的冷冻干燥	459
7.5	皮肤采集、消毒及4℃冰箱的保存	461

7.5.1	引言	461
7.5.2	组织采集	461
7.5.3	尸体皮的消毒问题	463
7.5.4	电冰箱保存皮	464
7.5.5	过量 CO ₂ 储皮法	467
7.6	皮肤在-80~0℃低温冰箱的保存	468
7.6.1	引言	468
7.6.2	0℃以下的保存	468
7.6.3	-80~-20℃的保存	469
7.6.4	-80℃低温冰箱保存皮肤的相关问题	470
7.6.5	干冰保存	475
7.7	皮肤在液态氮中的保存	475
7.7.1	引言	475
7.7.2	非控制速率降温-LN ₂ 保存	475
7.7.3	程控速率降温-LN ₂ 保存	477
7.7.4	培养皮肤代用品的保存	481
7.8	皮库及皮库的管理	481
7.8.1	美国皮库	481
7.8.2	英国皮库	486
7.8.3	前南斯拉夫皮库	491
7.8.4	我国皮库	491
7.9	染色法对组织质量的评价	494
7.9.1	引言	494
7.9.2	台盼蓝染色	495
7.9.3	茜素红及其与台盼蓝联合染色	497
7.9.4	健那绿染色	498
7.9.5	四唑染色法	498
7.10	皮肤氧耗量活力的测定	501
7.10.1	引言	501
7.10.2	测量的原理	501
7.10.3	皮肤氧耗量的直接测量法	502
7.10.4	皮肤氧耗量的间接测量	503
7.10.5	不同形式皮肤组织氧耗量的测量	505
7.10.6	氧耗量测量的有关问题	509
7.11	角膜低温保存的方法	510
7.11.1	引言	510
7.11.2	短期保存	511
7.11.3	中期保存	518
7.11.4	长期保存	518
7.12	角膜质量及活力的评价	526
7.12.1	光学显微镜观察	527
7.12.2	电子显微镜观察	527

7.12.3	组织培养	527
7.12.4	台盼蓝染色法	528
7.12.5	茜素红染色法	528
7.12.6	茜素红-台盼蓝联合染色	528
7.12.7	健那绿染色方法一	530
7.12.8	健那绿染色方法二	532
7.12.9	组织化学-酶活性染色	535
7.12.10	生物法、电生理和碳酸氢钠转运测定	536
7.12.11	移植试验	536
7.12.12	微极谱法	536
7.12.13	氧微电极	536
7.12.14	展望	537
7.13	角膜组织氧耗量的测定	538
7.13.1	T-G 测定法	538
7.13.2	Edilhauser 测定法	540
7.13.3	离体角膜氧耗量的测定	541
7.14	细胞、线粒体氧耗量的测定	542
7.14.1	引言	542
7.14.2	测量原理	543
7.14.3	结构特点	543
7.14.4	仪器安装	543
7.14.5	测量准备	543
7.14.6	氧耗量测定	543
7.14.7	生物测氧仪微机分析系统	546
7.14.8	Harris 和 Hultman 测定法	549
7.14.9	Mueller-Klieser 测定法	550
7.14.10	Huskinson 测定法	552
7.15	组织玻璃化低温保存的方法	552
7.15.1	引言	552
7.15.2	玻璃化保存基本原理	552
7.15.3	细胞玻璃化保存的关键因素	558
7.15.4	皮肤组织玻璃化	559
7.15.5	羊心瓣膜冷冻保存	563
7.15.6	静脉玻璃化保存	563
7.15.7	器官玻璃化保存	563
7.15.8	玻璃化在其他方面的研究	564
7.16	低温保存在组织工程中的应用	565
7.16.1	引言	565
7.16.2	低温保存技术在组织工程学中的应用	565
7.16.3	发展低温保存技术的挑战	566
7.16.4	细胞的低温生物学	567
7.16.5	组织的低温生物学	572